

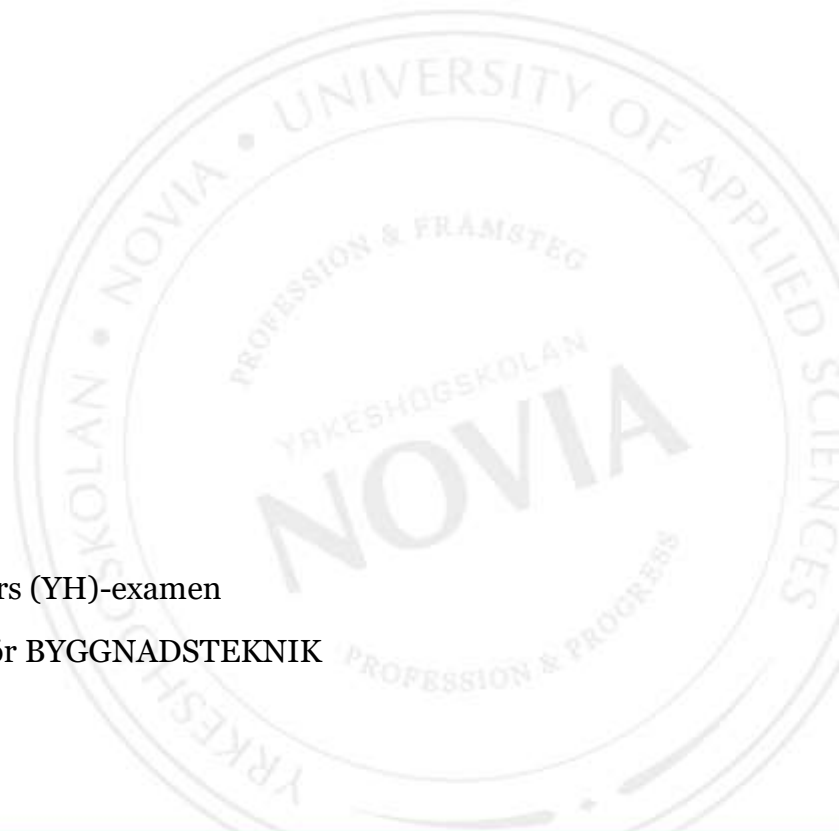
Jälkijännitetty betonirakenne

Jacob Nyblom

Examensarbete för ingenörs (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för BYGGNADSTEKNIK

Vasa 2016



OPINNÄYTETYÖ

Tekijä:	Jacob Nyblom
Koulutusohjelma ja paikkakunta:	Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot:	Rakennustuotanto
Ohjaajat:	Allan Andersson

Nimike: Jälkijännitetty betonirakenne

Päivämäärä 26.3.2016	Sivumäärä 16	Liitteet 1
----------------------	--------------	------------

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjekortti jälkijännitetystä betonirakenteesta. Ohjekortti on suunnattu työnjohdolle, mutta on sovellettavissa myös tarjouslaskennassa ja työmaasuunnittelussa. Tuloksena esitetään ohjekortti, joka sisältää teoriaosuuden jännitettyjen betonirakenteiden toimintaperiaatteista ja käytännönsuus, jossa käydään läpi työvaiheet ja vaihtoehdot lopputuloksen saavuttamiseksi. Opinnäytetyön tilaajana toimi Rakennustoimisto V O Mattila Oy.

Kieli: Suomi	Avainsanat: Jälkijännitys, betoni
--------------	-----------------------------------

EXAMENSARBETE

Författare:	Jacob Nyblom
Utbildningsprogram och ort:	Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ/Fördjupning:	Byggnadsproduktion
Handledare:	Allan Andersson
Titel: Efterspänd betongkonstruktion	

Datum 26.3.2016

Sidantal 16

Bilagor 1

Abstrakt

Målsättningen för ingenjörsarbetet var att skapa ett manual om efterspända betongkonstruktioner. Manualen är riktad åt arbetsledning, men kan också tillämpas i offertkalkyl och byggnadsplats planering. Resultatet är ett manual som innehåller teori om spända betongkonstruktioner och deras funktion, samt en praktisk del som innehåller momenten och möjligheterna för att uppnå slutresultatet. Ingenjörsarbetet har gjorts på uppdrag av Rakennustoimisto V O Mattila Oy

Språk: Finska

Nyckelord: Efterspänning, betong

BACHELOR'S THESIS

Author:	Jacob Nyblom
Degree Programme:	Construction engineering, Vasa
Specialization:	Building production
Supervisors:	Allan Andersson
Title:	Post-tensioned concrete structure

Date 26.3.2016	Number of pages 16	Appendices 1
----------------	--------------------	--------------

Summary

The aim of this Bachelor's Thesis was to create a Manual about Post-Tensioned Concrete Structures. The Manual is directed at Supervisors, but is also applicable for Construction Site Planning and Offering. The result is a Manual about Post-Tensioned Concrete Structures with theory of Tensed Concrete Structures and a practical part, which is about stages and options to achieve the goal. The Bachelor's Thesis has been written on the behalf of Rakennustoimisto V O Mattila Oy.

Language: Finnish	Key words: Concrete, post tension
-------------------	-----------------------------------

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Jännitetyt rakenteet.....	2
2.1	Miksi jännitetään.....	2
2.1.1	Parantunut rakenteellinen toiminta	2
2.1.2	Taloudellisuus.....	2
2.2	Tartuntajänteet	3
2.3	Ankkurijänteet.....	3
2.4	Tartunnattomat jänteet	4
2.5	Jälkijännittäminen.....	5
2.6	Jännittämistöitä koskevat erityisohjeet.....	6
2.7	Kitkahäviöt.....	7
2.8	Betonin kutistuminen.....	7
2.9	MK4 Tartunnattomat jänteet.....	8
3	Jälkijännitetty autokansi.....	9
3.1	1-luokan betonirakenne	9
3.2	Jännitystyön suunnittelu	9
3.3	Muottityöt.....	10
3.4	Mittaus.....	11
3.5	Jännitys- ja raudoitustyöt.....	12
3.6	Jänteiden asennus	14
3.7	Betonointi.....	15
3.8	Jännittäminen	16
3.9	Työturvallisuus	17
3.9.1	Milloin suojakaide on rakennettava	17
3.9.2	Kulketiet.....	18
3.9.3	Muottityön suunnittelu	18
3.9.4	Putoamisvaaran torjuna	18
3.10	Työsuorituksen valvonta	19
3.10.1	Laitteet ja varusteet.....	19
3.10.2	Muotit ja tukirakenteet	20
3.10.3	Raudoitus ja jänteet.....	20
4	Yhteenveto	22

1 Johdanto

Tässä insinööritöössä kerrotaan jännitetyistä rakenteista ja käydään läpi eri työvaiheita jännitetyn betonirakenteen saavuttamiseksi muottitöistä aina jännittämiseen saakka.

Työ aloitetaan teoriaosuudella missä käydään läpi eri jännementelmiä ja perustellaan miksi jännitetyjä rakenteita käytetään. Teoriaosuutta seuraa käytännöllinen osuus missä käytetään KOY Vaasan Myllykatu 13 autohallin autokantta vertailuna projektin suorittamiseksi.

Tavoitteena on luoda ohje minkä avulla voi tulevaisuudessa suoriutua vastaavasta rakennetyypistä. Ohjeen avulla voi etukäteen suunnitella työvaiheet ja siten suunnitella aikataulut tehokkaiksi, eliminoida virheet ja suoriutua projektista mahdollisimman hyvin.

Kiitos Rakennustoimisto V. O. Mattilalle joka antoi mahdollisuuden tehdä tämän työn ja ohjaajalle Allan Anderssonille joka auttoi minua työn aikana.

2 Jännitetyt rakenteet

Jännitetyt betonirakenteet ovat ominaisuuksiltaan erilaisia kuin normaalit betonirakenteet. Jännityksen ansiosta betonirakenne saadaan käyttörajatilassa yleensä pysymään halkeilemattomana, koska oikein suunnitellussa rakenteessa ulkoiset kuormat eivät saa alkujännitystilan vaikutusta muuttumaan niin paljon, että betonin vetolujuus ylittyisi. Halkeilemattomuus johtaa suurempaan taivutusjäykkyyteen ja sitä kautta pienempään taipumaan koska koko poikkileikkaus toimii. Rakenteen dimensioita voidaan pienentää, koska poikkileikkauksen ei välttämättä tarvitse olla massiivinen. Jännitetyn rakenteen muita etuja ovat korkea väsymiskestävyys ja parempi säilyvyys kuin teräsbetonirakenteilla. [2, s.587.]

Jännittämisessä saavutetaan kohteessa sellainen puristusjännitystila, että ulkoisen kuormituksen aiheutuvan jännitystilan kanssa poikkileikkaus pysyy puristettuna, tai sellaisessa tilassa, että syntyy pieniä vetojännityksiä jotka eivät saa merkittävää halkeilua aikaiseksi. [2, s.587.]

2.1 Miksi jännitetään

2.1.1 Parantunut rakenteellinen toiminta

Yksi tärkeä syy jännittämiseen on halkeilun estäminen tai vähentäminen. Säänkestävyys, tiiveys nesteitä ja kaasuja vastaan ovat ominaisuuksia joita saavutetaan jännitetyissä rakenteissa. Nämä ominaisuudet tuovat rakenteella pitempää ikää ja kestävyyttä. Halkeilun välttäminen julkisivuissa ja muissa näkyviin jäävissä rakenteissa on tärkeää ulkonäön kannalta halkeilun pilatessa sitä ja aiheuttaen kielteistä suhtautumista betonirakenteisiin. [3, s.3]

2.1.2 Taloudellisuus

Kustannusäästöjä ei kuitenkaan voi verrata suoraan materiaali- ja painosäästöihin. Yksikkökustannukset ovat suurempia koska jännitetyssä betonissa käytetään korkealuokkaisempaa betonia ja terästä. Muottikustannukset ovat myös suuremmat, koska tarvitaan vaikeatekoisempia tai erikoisia muottijärjestelmiä. Rakenteen ollessa paikallavalettava on huomioitava muut työvaiheet, kuten jänteiden kokoaminen ja asennus,

jännitys- sekä injektointityö. Kun tarvitaan pitkiä jännevälejä tai erikoisrakenteita, käytetään paikalla tehtyjä betonirakenteita. Nämä jännitetään käyttäen ankkurijännteitä. [3, s.6]

Jännittämisen seurauksena on, että betonia ja terästä tarvitaan vähemmän koska materiaalien lujuusominaisuudet voidaan käyttää paremmin hyväksi. Teräsbetoniin verrattuna poikkileikkaus pienenee. Tavalliseen teräsbetonirakenteeseen verrattuna on mahdollista säästää 15-30% betonimenekissä ja 50-80% säästö pääteräksissä. Itse jännitettävissä osissa saavutetut materiaalisäästöt johtavat materiaalin ja painon säästöihin muissa kantavissa rakenteissa aina perustuksiin asti. [3, s.6]

2.2 Tartuntajännteet

Tartuntajännitteisiä rakenteita ovat punoksilla jännitetyt laattaelementit, jotka valmistetaan pitkällä alustalla. Alustan päissä on pukit joiden varaan punokset jännitetään. Betonin kovettumista kiihdytetään nopeamman kierron saavuttamiseksi. Betonin kovettua riittävästi jännevoima päästetään ja laatta sahataan halutun pituisiksi elementeiksi. [2, s.601]

Katkaisukohtiin syntyy ankkurointivoimia tartunnan avulla. Jännevoima siirtyy betonille sen puristusvoimaksi ja matka millä jännevoima on siirtynyt sanotaan siirtymäpituudeksi. Katkaisuhetkellä punoksien päät painuvat enemmän tai vähemmän betoniin, joka tuhoaa osan lankojen mekaanisesta ankkurointikyvystä jättäen ankkuroinnin pääosin kitkan varaan. [2, s.601]

2.3 Ankkurijännteet

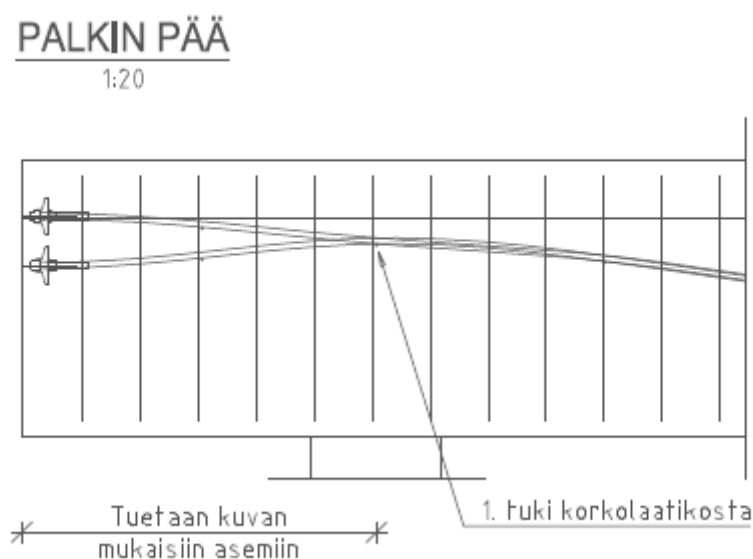
Ankkurijännteissä voima siirtyy betonille ankkureiden välityksellä. Ankkurit on muotoiltu ja raudoitettu paikallisia jännityshuippuja vastaan siten, että ankkureiden alla puristusjännitykset betonissa voivat nousta moninkertaisiksi mitoituslujuuteen f_{cd} verrattuna. [2, s.605]

Ankkureista pois päin edettäessä paikalliset puristuslujuudet jakaantuvat tasaisemmin. Hyväksytyjen käyttöselosteiden mukaisten ankkureiden ja niiden välisten keskiö- ja reunaetäisyyksiä tutkimalla, on selvinnyt, että ankkurvoiman jakaannuttua betonin jännitys ei ylitä arvoa f_{cd} . [2, s.605]

Päätylohkoilla varmistetaan että tarvittava jakaantumispiinta saavutetaan. Päätylohkoilla tarkoitetaan palkin päitä jotka tehdään suorakaiteina. [2, s.605]

2.4 Tartunnattomat jänteet

Tartunnattomat jänteet ovat aina ankkurijänteitä, mutta ankkureiden suojaputkia ei injektoida kuten tartunnallisissa ankkurijänteissä. Kitkan pienentämiseksi tartunnattomat jänteet voidaan päällystää voiteluaineella tai muovipäällyksellä. Tartunnattomat jänteet perustuvat nostovoimaan joka on gravitaation vastainen joka saavutetaan kaarevilla jänteillä. [2, s.610]



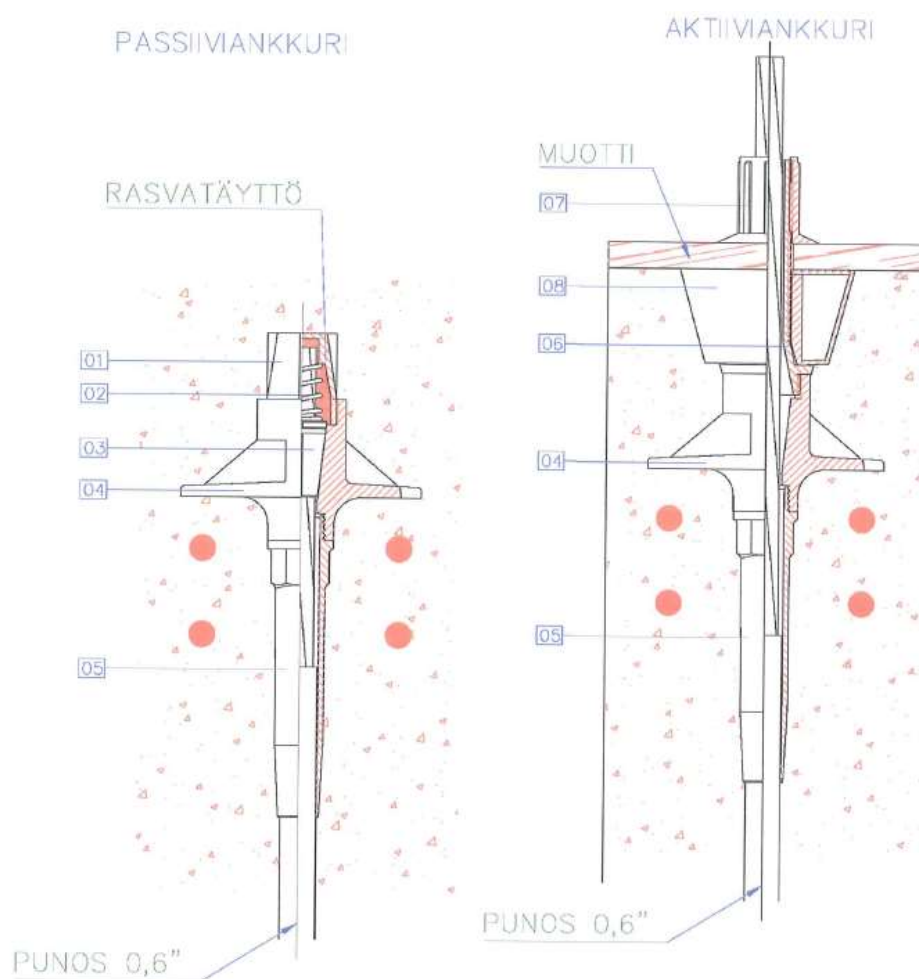
Kuva 1. Tartunnattomat jänteet

2.5 Jälkijännittäminen

Jälkijännitteisessä rakenteessa jänteet jännitetään ja ankkuroidaan valmiiseen betonirakenteeseen valun jälkeen ja betonin kovettua riittävästi. Koska kitkaa eliminoidaan mahdollisimman paljon on jänteiden ympärillä tiivistä metalliputkea ettei betoni tartu jänteisiin. [2, s.623]

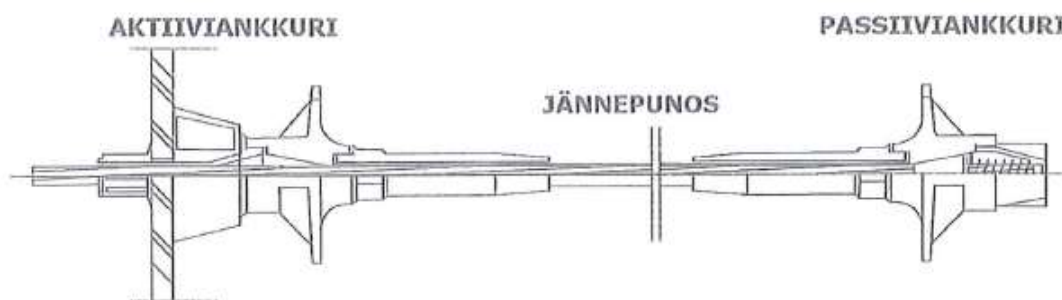
Jännittämiseen käytetään tarkoitukseen suunniteltuja hydraulikkalaitteita ja ankkuroinnin jälkeen putket täytetään juotoslaastilla, jonka tarkoituksena on toimia tartuntavoimien välittäjänä betonirakenteen ja kaapelin välillä. Juotoslaastilla voidaan myös parantaa rakenteen halkeilukestävyyttä ja vähentää jänteiden korroosioriskiä. [2, s.623]

Jälkijännittämistä kutsutaan myös ankkurijännittämiseksi, koska päätyankkureita joudutaan aina käyttämään. Päädyissä käytettävät ankkurit ovat usein valurautaa ja ovat muodoltaan erilaisia jänteen passiivi- ja aktiivipäissä. [2, s.624]



Kuva 2. Kuvassa passiivi- ja aktiiviankkuri

Tartunnattomissa jän-teissä estetään punoksen tarttuminen betoniin täyttämällä jän-teen kanava vaseliinilla tai muulla rasvalla ja jän-nevoima vaikuttaa rakenteeseen suoraan vain ankkureissa. Tartunnattomien jän-teiden punokset on pinnoitettu vaseliinilla tai bitumimasalla ja ne on päällystetty vesitiiviillä paperilla. Jän-teet voivat myös olla taipuisassa muoviputkessa jotka asennetaan sellaisinaan rakenteen muottiin. [2, s.624]



Kuva 3. Kuvassa passiivi- ja aktiiviankkuri

2.6 Jännittämistöitä koskevat erityisohjeet

Jännittämistöistä laaditaan jännittämissuunnitelma, joka sisältää seuraavat asiat:

a) tartunajän-teet

- menetelmäkuvaus
- jännittämisvoimat ja venymät
- jän-nevoiman siirtotapa ja -järjestys sekä betonilta tällöin vaadittu lujuus
- muut tarpeelliset tiedot kuten ankkurointiliukumat

b) ankkurijän-teet

- menetelmäkuvaus, kuten jän-teiden tyypit ja ominaisuudet
- asennuspiirrustus
- jännittämisjärjestys
- jännittämisvoimat ja -venymät
- ankkurointiliukumat ja niiden toleranssit

- muotin tukirakenteiden säätö ja purkaminen jännittämistyön aikana
- betonin lujuus jännittämistyön eri vaiheissa
- muut tarpeelliset tiedot

Jännittämistyöstä pidetään pöytäkirjaa, johon merkitään seuraavat asiat:

a) jänteen voima (kalibroidut arvot) ja kimmoinen venymä jännittämisvaiheittain

b) muut tarvittavat jännittämiseen vaikuttavat asiat. [1, s.85]

2.7 Kitkahäviöt

Jälkijännitetyissä rakenteissa esiintyy aina kitkavaikutuksia. Kitkavaikutukset voidaan jakaa kahteen eri osaan, pituusvaikutukseen ja kaarivaikutukseen. Suorassa jännteessä esiintyvä kitka tarkoittaa pituusvaikutusta, joka ei kuitenkaan ole täysin suora. Jänteen ja ympäröivän materiaalin väliin syntyy kitkaa jonka suuruus riippuu jänteen pituudesta, jännityksestä ja kitkakertoimesta. [2, s.619]

Suurin kitka kohdistuu viimeisenä jännitettäviin punoksiin, ulompien punoksien painaen niitä, jos samassa jännteessä olevat punokset tai langat jännitetään erikseen. [2, s.619]

2.8 Betonin kutistuminen

Jännitetyissä rakenteissa betonin kutistumisella on suurempi merkitys kuin tavallisissa betonirakenteissa, jotka tasaavat ja vähentävät kutistumisvaikutuksia hiushalkeamin. Jännevoima jännitetyissä rakenteissa aiheuttaa betoniin samanlaisen muodonmuutoksen kuin kutistuma. [2, s.612]

2.9 MK4 Tartunnattomat jänteet

MK4-jännemenetelmässä käytetään tartunnattomia ankkurjänteitä. Muovipäällysteinen jännepunos on täytetty rasvalla, joka säilyy pysyvästi plastisena. Näin suojatut jänteet asennetaan ennen valua muottiin ja suojauksen seurauksena betoni voidaan jännittää kovettumisen jälkeen. Betonin kovettuessa jänneteräs liittyy ympäröivään rakenteeseen ilman tartuntaa. Jännepunos muodostuu yhteensä seitsemästä langasta, yhdestä keskuslangasta ja kuudesta langasta ulommalla kehällä. [5]

Päällystevauriot joita jänteissa mahdollisesti voi olla, korjataan välittömästi poistamalla vaurioitunut kohta ja täydentämällä rasvausta. Vaurioituneeseen kohtaan laitetaan päällyspotken kappale joka on sopivasti halkaistu, jonka jälkeen uudelleen päällystetty jänne teipataan tiiviiksi. Pienemmät vauriot korjataan teippaamalla. [5]

3 Jälkijännitetty autokansi

3.1 1-luokan betonirakenne

Jännitetyt betonirakenteet vaativat suurta huolellisuutta normaaleihin betonirakenteisiin verrattuna, tästä johtuen ne on tehtävä rakenneluokkaan 1. Erityistä huomiota vaatii pääraudoituksen sijainti, jotta jänteiden etäisyydet ja suojaava betonikerros täyttävät jännitetylle rakenteelle asetetut vaatimukset. [8, s.265]

3.2 Jännitystyön suunnittelu

Ankkurijäniteitä käyttävässä työmaassa on otettava huomioon vaadittu tarkkuus ja työvaiheet liittyen jäniteisiin siten, että jänteiden asennus ja jännitystyö voidaan tehdä suunnitelman mukaisesti, mutta kuitenkin niin, jännitystyöt ja niihin liittyvät työvaiheet eivät oleellisesti hidasta, tai mahdollisimman vähän hidastavat muita rakennustöitä. [8, s.271]

Rakennusvaiheita ja aikatauluja suunniteltaessa, on otettava huomioon jännittämistyöhön vaativa aika ja että jännittäminen tapahtuu kun betoni on kovettunut, noin viikon jälkeen betonoinnista. Jännitysankkureihin on tällöin päästävä käsiksi ja ankkureiden edessä on oltava jännitystunkin vaatima työtila. Suunnitelma voi usein edellyttää yläpuolisten rakenteiden valmistumista esim. jäykistämiseksi ennen jännittämistä, mutta telineiden siirtoa alapuolelta seuraavaan työkohteeseen ei voida suorittaa ennen jännittämistyötä. Tämän seurauksesta jännittämistyö voi vaikuttaa viereisten rakenteiden työn suorittamista huomattavan paljon. [8, s.271]

Muottityön ja telineiden suunnittelussa on huomioitava, että jännittämistyön aiheuttamat muodonmuutokset vaikuttavat jäykkiin muotteihin ja tukirakenteisiin. Täten ennen jännittämistä, muotit ja tuet irroitetaan ja kimmoisesti joustavat telineet, etenkin teräksiset telinekannattimet on irroitettava jännittämistyön edettyä niin pitkälle, että rakenne kestää kuorman ilman telineitä. [8, s.272]

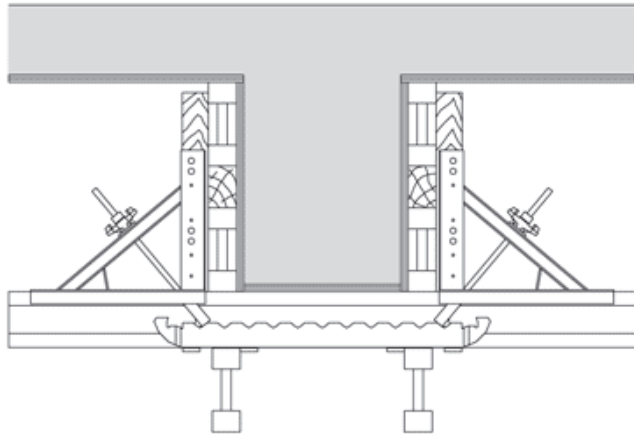
3.3 Muottityöt

Autokannen muottitöihin kuuluvat muotin teko ja muotin purku. Kannen muottina käytetään PERI MULTIFLEX-holvimuottijärjestelmää tai vastaavaa. Monikäyttöinen ja tukeva muottijärjestelmä tuo monta etua mukanaan mm. GT 24-puuristikkopalkki mahdollistaa suuret niskavälit, mikä vähentää osien määrää. Materiaalin käsittely ja suunnittelu työmaalla yksinkertaistuu samantyyppisten palkkien käytössä sekä niskalinjoissa että koolauksessa. [7]



Kuva 4. Muottijärjestelmä

Palkin muottina käytetään PERI UZ palkkimuottia tai vastaavaa. Koska palkissa on sidepultit voidaan se muotittaa PERI AW reunatuilla mikä nopeuttaa muottityötä ja purkua. Reunatuessa olevia naulausreikiä käyttämällä voidaan reunatuki naulata joko vaneriin tai puupalkkeihin.



Kuva 5. Betonipalkin muotituksen leikkauskuva

Muottivaneriksi valitaan Fin-Ply tai vastaavaa 21mm paksuista vaneria. Vanerin koko valitaan sillä perusteella että sahaa käytetään mahdollisimman vähän ja hukkaa ei kerry, näin ollen työtä tehostetaan ja aikaa säästyy. Holvin muottitöiden valmistuttua holvi siivotaan ja öljytään ennen raudoituksen aloittamista.

3.4 Mittaus

Ennen muottityön aloittamista selvitetään valmiin kansirakenteen alapintojen korot ja kaadot. Alapintojen koroista ja kaadoista lasketaan muottijärjestelmään sopivat korot. Muottityön alkaessa voidaan ensimmäinen palkkimuotti ja holvimuotti työstää heti oikeaan korkoon ja käyttää korkoja mallina seuraavissa palkkimuoteissa ja holvimuoteissa. Helposti säädettävät ja lukkiutuvat muottijärjestelmät takaavat, että työ käy sujuvasti ja tehokkaasti.

Muotin valmistuttua tarkastetaan palkkien ja holvin korot. Tarkistuksen jälkeen tehdään tarvittavat korjaukset. Raudoituksen ja jänneterästen asennuksen jälkeen mitataan hitsauslaattojen paikat ja korot. Kaivojen paikat ja korot mitataan ennen laatan yläpinnan raudoitusta.

3.5 Jännitys- ja raudoitustyöt

Hyvissä ajoin ennen raudoitustöiden aloitusta pidetään jännitystöiden aloituspalaveri. Aloituspalaveriin osallistuvat pääurakoitsija, suunnittelija, jännitysurakoitsija, raudoitusurakoitsija, LVI-urakoitsija ja sähköurakoitsija. Palaverissa sovitaan toteutusjärjestys, luodaan yhteiset pelisäännöt tavoitteen saavuttamiseksi ja eliminoidaan mahdolliset virheet.

Pääurakoitsijan vastuulla ovat seuraavat asiat:

- Hoitaa nosto kuormien purussa ja materiaalin asennuspaikalle siirtämisessä
- Rakentaa jännitystyössä tarvittavat telineet, jännitystyön tarvitseman työtilan leveys n. 1m
- Hoitaa kaikki laudoitukseen, laudoituksen purkuun, betonointiin ja normaaliraudoitukseen liittyvät työt ja hankinnat
- Hoitaa mahdolliset suojaukset ja ns. talvilisätyöt
- Antaa jännityslupa kirjallisena ennen jännitystyön alkamista
- Poistaa reunamuottien purkutyön yhteydessä aktiiviankkureiden kiinnitysosat ennen jännitystä sekä paikata varauskolot jännitystyön jälkeen
- Toimittaa riittävän määrän suunnitelmakopioita työn suorittamiseksi

Palaverin jälkeen ja muotin valmistuttua voidaan aloittaa raudoitus- ja jännitystyöt. Sekä raudoitus- että jännitystöihin sisältyy monta työvaihetta ja työn sujuvuuden vuoksi on tärkeä noudattaa työjakoa ja –järjestystä:

- Raudoitusurakoitsija asentaa palkin alapinnan haat ja teräket
- Jännitysurakoitsija poraa aktiiviankkureille reiät, mitoittaa ja asentaa palkkien tukioreit
- Jännitysurakoitsija asentaa palkin jännepunokset ja halkaisuraudat
- Raudoitusurakoitsija asentaa palkin yläpinnan teräket
- Raudoitusurakoitsija asentaa laatan alapinnan raudoitukset
- Jännitysurakoitsija pukittaa ja asentaa laatan jänneteräket
- Raudoitusurakoitsija asentaa laatan yläpinnan teräket
- Jännitysurakoitsija asentaa halkaisuraudat



Kuva 6. Kuvassa aktiiviankkurit ilman jännepunoksia

Sähköurakoitsija ja LVI-urakoitsija aloittavat työnsä kun kaikki jännetereäkset ovat asennettu. Sähkö- ja LVI-töiden sujuvuuden kannalta on kuitenkin suotavaa että työt tehdään ennen laatan yläpinnan raudoitusta.

Kun kaikki yllä olevat työvaiheet on saatettu päätökseen, hitsauslaatat, kaivot ja putkien varaukset asennettu, niin voidaan siirtyä betonointiin.

3.6 Jänteiden asennus

Ensimmäinen vaihe jännitystöissä ja jänteiden asennustöissä on asennustukien valmistaminen jänteille. Jännetyypistä riippuen jänteet sijoitetaan muottiin erillisten tukien varaan, 1-1,5m välein. Pyörö- tai harjateräksestä hitsaamalla valmistetu tuet ovat tikapuita muistuttavia ritilöitä, joihin jänteet sijoitetaan. Tuenta muotin pohjaan tapahtuu hitsaamalla poikkiteräkset pystysauvojen alapäähän. Pystysauvat voidaan myös taivuttaa U-haaksi. Vaakaorsiin joihin jänteet on sijoitettu, hitsataan lisäksi pystytapit jänteiden sivusuuntaisen aseman edellyttämällä tavalla. Tukien mitoitus ja valmistus on tehtävä huolellisesti, koska ne määräävät jänteiden sijainnin rakenteessa. Sijaintipoikkeamien korjaaminen myöhemmin on erittäin työlästä. [8, s.273]



Kuva 7. Holvi ennen valua

3.7 Betonointi

Koska kyseessä on 1-luokan betonirakenne on työnvalvontaan hankittava työnjohtaja joka täyttää 1-luokan betonirakenteiden työnjohtajan vaatimukset. 1-rakenneluokassa ovat rakenteet, joiden suunnittelu tai joiden valmistaminen rakenteellisen toiminnan varmistamiseksi vaatii erityistä pätevyyttä. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi jännitetyt rakenteet tai monikerroksiset elementtirakenteet. Betonityönjohtajan on oltava betonoinnin aikana paikalla. Jos betonityönjohtaja joutuu poistumaan, tulee hänen tilallaan olla vähintään 2-luokan betonityönjohtaja. [6]

Betonin suurin raekoko ja notkeus valitaan siten, että muotti varmasti ja luotettavasti saadaan täyteen ja kunnolla tärytettyä myös niiltä alueilta, joissa on tihein raudoitus tukien ja ankkureiden läheisyydessä, joihin suurin rasitus kohdistuu. Betonoinnin aikana on erityisesti varottava suojaputkia, betonia ei saa pudottaa liian korkealta eikä tärytintä saa pitää liian lähellä suojaputkia. Betonoinnin aikana havaitut ja sattuneet vauriot suojaputkissa korjataan välittömästi. Betonoinnin jälkeen ja pitkäkestoisessa betonoinnissa, on jäniteitä toistuvasti liikuteltava päästä vetämällä. Tällä varmistetaan että jäniteet pysyvät irtonaisina niihin mahdollisesti valuvasta betonista valun aikana. Jäniteitä voi liikutella esim. taljalla. [8, s275]

Betonoinnin ollessa käynnissä on palkit valettava ensin vähintään kahdessa erässä. Palkkien suuren koon takia muotit eivät kestä valupainetta. Betonin on seistävä vähintään 30 minuuttia ennen kuin seuraavan kerroksen voi valaa päälle. Kun palkit on valettu voi siirtyä laatan valuun. Betonimassa linjataan joko suoraksi tai kaatamaan kaivoihin. Laatan kuivuessa sopivasti pinta hierretään ja lopuksi tehdään pinnan viimeistely eli ”liippaus”.

Kun laatta on kuivunut tarpeeksi tulee laatta peittää lainapeitteellä tai vastaavalla. Tällä estetään laatan pinnan kuivumista liian nopeasti joka ehkäisee halkeamia ja varmistaa kannen rakenteellisen toiminnan.



Kuva 8. Betonointi ja hierrys

3.8 Jännittäminen

Ennen jännittämistyön aloitusta, puretaan muotit jänneankkureiden ympäriltä ja paikoitellen muualta rakenteesta betonoinnin onnistumisen tarkastamiseksi. Betoniin jäävät ontelot täytetään luotettavasti ja varmasti, jonka jälkeen paikkojen on kovetuttava ennen jännittämistä. [8, s.275]

Jännittäminen voidaan aloittaa, kun betoni on saavuttanut 70% 28 vuorokauden suunnittelulujuudesta ja jännitysurakoitsija on saanut jännitysluvan pääurakoitsijalta. Lujuudenkehitystä tulee arvioida rakenteesta mitattujen lämpötilojen perusteella. Rakenteeseen asennetaan lämpöanturit ennen valua.

Jännittäminen tehdään hydraulisella tunkilla, jonka paine kehitetään korkeapainepumpulla. Kalustoon kuuluvilla mittauslaitteilla mitataan voima ja venymä. Kaluston on oltava kalibroitu ja ainoastaan kalibroitua kalustoa saa käyttää. Jos laskettuja venymiä ei saavuteta, selvitetään syyt ja tarkastetaan jännityssuunnitelma.



Kuva 9. Jännitystunkki

3.9 Työturvallisuus

3.9.1 Milloin suojakaide on rakennettava

Rakennustelineiden työtasot, välipohjien vapaat reunat, hissikuilujen aukot, vesikatot, porrassyöksyt, lepotasot sekä kulku ja kulkusillat ovat paikkoja, joissa suojakaiteita tarvitaan.

Putoamiskorkeuden ollessa yli 2m on kaide rakennettava. Putoamiskorkeuden ollessa yli 2m on myös telineiden ja muottien työtasot varustettava suojakaiteilla. Putoamispaikan ominaisuudet ja puotamispaikan korkeus määräävät suojakaiteen tarpeellisuuden. Portaat ja porrastasot on vastuettava kaiteella putoamiskorkeudesta riippumatta. [4, s. 139-140]

3.9.2 Kulkutiet

Kulku tie tulee järjestää kaikille tavanomaisille työskentelypaikoille. Eri työskentelykohteisiin johtavia kulkurakenteita käytetään runkovaiheen aikana tilapäisesti. Portaita ja käytäviä voidaan käyttää rakennustyön edistyessä kulkuteinä. [4, s.150]

3.9.3 Muottityön suunnittelu

”Siirreltävien seinä- ja järjestelmämuottien käytön suunnittelua varten on selvitettävä niiden aiheuttamat vaarat ja arvioitava niiden merkitys työturvallisuudelle. Muottityön eri vaiheet on suunniteltava. Tämä koskee muotteja, joita nostetaan nostoapuvälineellä. Tällöin esitetään turvallisuustoimenpiteet esim. Muottien käsittelyyn kaikissa eri vaiheissa. Muottitöissä on tärkeää myös suurmuottien vakavuus ja putoamisvaaran torjunta. Suunnittelua varten työmaalla on oltava käytettävien muottien valmistajan laatimat ohjeet niiden turvallista käsittelyä varten. Ohjeet voivat toimia suunnitelman osana.” [4, s. 187]

3.9.4 Putoamisvaaran torjuna

”Korkeiden yli kahden metrin korkeudella olevien muottien työtasot on varustettava asianmukaisilla suojakaiteilla ja jalkalistoilla. Työtasot on asennettava siten, että muotin reuna toimii osana suojakaidetta, tai muutoin suojakaide on asennettava myös vastamuottiin.” [4, s. 187]

”Muottien työtasoille on järjestettävä turvallinen kulku tie. Ensisijaisesti kulkutienä tulee käyttää porrasta tai porrastornia. Pystytikasta voi käyttää tilapäiseen kulkemiseen työtasolle. Tikas ei saa olla irrallinen, vaan se on kiinnitettävä muotin rakenteeseen.” [4, s. 188]



Kuva 10. Jännitystyö sitä varten rakennetulla työtasolla

3.10 Työsuorituksen valvonta

3.10.1 Laitteet ja varusteet

Ennen kuin työsuoritus aloitetaan, on varmistettava että laitteiston vaatimat edellytykset ovat olemassa työn toteuttamiseksi suunnitelmien mukaisesti. Tällöin kiinnitetään huomiota seuraaviin asioihin: [8, s.364]

- Betonin vastaanotto- ja siirtokaluston riittävyys
- Tiivistyskaluston soveltuvuuteen
- Varakaluston tarpeellisuuteen
- Betonin laadunvalvontaan
- Jännittämislaitteiden kalibrointiin

3.10.2 Muotit ja tukirakenteet

Muottien ja tukirakenteiden suunnitelmanmukaisuus varmistetaan ennen betonointia. Mikäli suunnitelmaa ei ole, tulee muotti- ja tukirakennejärjestelmästä olla käyttöohjeet toimittajalta. Huomiota kiinnitetään siihen, että valmis rakenne täyttää sille asetetut vaatimukset normeissa tai suunnitelmissa. Muotista tarkastetaan seuraavat asiat: [8, s. 364]

- Mittatarkkuus
- Vakavuus
- Tiiviys
- Tasaisuus ja puhtaus
- Tartuntojen, kiinnikkeiden ja varausten sijainti
- Muottien pintakäsittely

3.10.3 Raudoitus ja jänteet

”Ennen betonointia tarkastetaan terästen suunnitelmien- ja normienmukaisuus niiden laadun, määrän, muodon, sijainnin ja asennuksen osalta.” Seuraavat asiat tarkastetaan: [8, s.364-365]

- Teräslaatu on oikea
- Teräket ovat puhtaat muottiöljystä
- Teräksissä ei esiinny vaurioita
- Teräsvälit, teräskoot ja teräsmäärät ovat oikeat
- Jatkokset ja taivutukset on tehty normien ja suunnitelmien mukaisesti
- Betonipeite on riittävä
- Teräket on sidottu toisiinsa ja muottiin siten, että ne eivät betonoinissa siirry
- Raudoitukseen on jätetty riittävät valuaukot

- Kaapelikanavien sijannit täyttävät mittatarkkuusvaatimukset, eikä kanavissa esiinny haitallisia mutkia tai aaltoiluja
- Jänteiden liikkuminen valuastalla on esteetön
- Tartunnan poisto on suoritettu oikeita työtapoja käyttäen

4 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli tehdä ohjekortti tulevia jälkijännitettäviä rakenteita varten. Tässä työssä käytiin läpi jännittämisen teorioita, jännittämisen perusteita ja käytännön työvaiheet. Tämän työn on tarkoitus olla apuna ja tukena työnjohdolle tulevaisuudessa.

Työssä käytiin läpi seuraavia asioita:

- Jännittämisen teorioita
- Muottityöt
- Mittaustyöt
- Jännitys- ja raudoitustyöt
- Betonointi
- Työturvallisuus
- Laadun- ja työsuoritusten valvonta

Työtä tehdessä ja työvaiheita kuvaillessa selvisi, että tietyillä työvaiheilla ja niitä soveltaessa on paljon aikaa voitettavissa. Oikein suunnitellut ja tehdyt sekä muotti- että mittaustyöt ovat resurssienhallinnan kannalta kriittisiä työvaiheita. Hyvällä muottijärjestelmällä, tarkalla mittaustyöllä ja oikealla miesvoimalla nämä työvaiheet voi suorittaa hyvinkin nopeasti, mikä nopeuttaa koko projektin kulkua ja vapauttaa resursseja muihin työpisteisiin tai -kohteisiin. Hyvä yhteistyö ja kommunikaatio aliurakoitsijoiden kanssa varmistaa sen, jännitys- ja raudoitustyöt onnistuvat sujuvasti. Tämän kaltaisen projektin onnistumiseen vaaditaan joka tapauksessa tarkkaa suunnittelua aikataulutuksessa ja resurssienhallinnassa. Koska työvaiheet ovat mittavia voi aikataulusta helposti jäädä jälkeen ellei niitä tarkoin suunnittele.

Työn tuloksena syntyi manuaali työnjohdolle vastaavia projekteja varten. Työtä ei tarvitse rajoittaa jälkijännitettyihin rakenteisiin, vaan sitä voi soveltaa muuhun betonirakentamiseen. Tätä työtä voi hyödyntää paikalla valetuissa rakenteissa, kuten esimerkiksi laatoissa, joissa työvaiheet ovat kutakuinkin samat.

Lähteet

- [1] Betoninormit BY 50. 2004. Suomen betoniyhdistys ry. Suomen Betonitieto Oy.
- [2] Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus BY 210. 2005. Suomen betoniyhdistys ry. Suomen Betonitieto Oy.
- [3] Jännitetyt rakenteet By 113. 1981. Suomen betoniyhdistys ry. Suomen Betonitieto Oy.
- [4] Jukka Hietavirta, Toivo Niskanen ym. 2009. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen. Multikustannus Oy.
- [5] BY 3 B Jännemenetelmän Käyttöseloste. [Verkkodokumentti]
http://www.lemminkaineninfra.fi/fi/Tuotteet_ja_palvelut/Pohja-ja_insinoorirakentaminen/Insinoorirakentaminen/Jannitystyot, luettu 18.4.2012
- [6] http://www.fise.fi/default/www/suomi/patevyysvaatimukset_ja_patevyyshakemuslomakkeet/uudisrakentamisen_tyonjohto/betonirakenteet/1_luokan_betonirakenteiden_tyonjohtajan_patevyysvaatimukset/, luettu 18.4.2012
- [7] http://www.perisuomi.fi/tuotteet.cfm/fuseaction/showproduct/product_ID/46/app_id/4.cfm, luettu 18.4.2012
- [8] 1-luokan betonityönjohtaja By 112. 1981. Suomen betoniyhdistys ry. Suomen betonitieto Oy.

BY 3 B*Käyttöseloste n:o 97***JÄNNEMENETELMÄN KÄYTTÖSELOSTE****Jännemenetelmä:**

MK4 TARTUNNATTOMAT JÄNTEET

Haltija:MEKANO4 S.A.
BARCELONA, ESPANJA**Edustaja Suomessa:**Lemminkäinen Infra Oy
Salmisaarenaukio 2
00180 HELSINKI**SUOMEN BETONIIYHDISTYS r.y:n PÄÄTÖS**

Suomen Betoniyhdistys r.y. on käsitellyt tämän käyttöselosteen ja käytettävissä olleiden asiakirjojen perusteella hyväksynyt sen Suomen rakentamismääräyskokoelman tarkoittamaksi riittäväksi selvitykseksi jännemenetelmän ominaisuuksista ja käyttöön liittyvistä seikoista.

Käyttöselostelta on tehty kaksi alkuperäiskappaletta, joista toinen säilytetään Suomen Betoniyhdistyksen toimistossa.


Jännemenetelmän käytössä on käyttöselosteessa esitetyn lisäksi otettava huomioon seuraavat seikat:

1. Työmaalla tulee olla voimassa oleva käyttöseloste.
2. Käytettävillä jänneteräksillä tulee olla voimassa oleva käyttöseloste.
3. Muut valmistajan antamat, käyttöä koskevat tiedot.

Tämä käyttöseloste on voimassa 11.1.2015 saakka, edellyttäen, että käytetään alkuperäisiä materiaaleja. Tuote-erää on seurattava valmistajan laadunvalvontatodistus. Voimassaolevien käyttö-selosteiden luettelo on nähtävissä osoitteessa www.betoniyhdistys.fi > Julkaisut Käyttöselosteet > Käyttöselosteet > Käyttöselosteluettelo.

Helsingissä 9.3.2012

Suomen Betoniyhdistys r.y.


 Tapio Aho
 Puheenjohtaja


 Jussi Mattila
 Toimitusjohtaja

BY on riippumaton, betonin oikeaa käyttöä edistävä teknistäieteellinen yhdistys. Sen jäsenkunta edustaa laajasti betonirakentamisen eri osapuolia. Yhdistys julkaisee teknisiä ohjeita, osallistuu betonialan henkilö-pätevyyskriteerien toteamiseen, järjestää koulutusta ja jäsentilaisuuksia, käynnistää ja ohjaa kehitysprojekteja sekä konsultoi mm. ympäristöministeriötä. Käyttöselostehakemuksia käsittelevät Betoniyhdistyksen jaostot, joihin yhdistyksen hallitus nimittää puolueettomia asiantuntijoita. Käyttöselosteet on tarkoitettu vastuullisille rakennusalan ammattilaisille, jotka kykenevät soveltamaan käyttöselosteissa annettuja ohjeita asianmukaisesti käytännön työkohteisiin ja ymmärtämään tuotteiden käyttöön liittyvät rajoitukset.

MK4 TARTUNNATTOMAT JÄNTEET - JÄNNEMENETELMÄ

KÄYTTÖSELOSTE

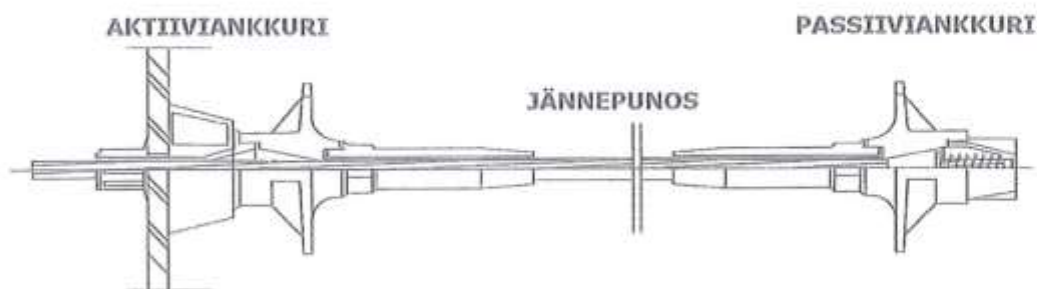
1. JÄNNEMENETELMÄN KUVAUS

MK4 – tartunnaton jänne on muovipäälysteinen jännepunos. Punoksen ja päälysteen välitila on täytetty pysyvästi plastisena säilyvällä rasvalla. Näin suojatut jänneet sijoitetaan sellaisinaan betonivaluun. Suojaus mahdollistaa jännittämisen betonin kovettumisen jälkeen. Jänneteräs liittyy ympäröivään betonirakenteeseen pysyvästi ilman tartuntaa.

Jännevoimaltaan suurempi jänneyksikkö muodostetaan sijoittamalla 2...4 jännettä välittömästi rinnakkain.

Kukin jänne ankkuroidaan omalla ankkurikappaleellaan ja lukitaan ankkurin killapesään kartiokiilalla.

Jännevoima siirtyy rakenteeseen pysyvästi pääteankkureiden välityksellä. Tartunnattoman jännteen periaate on esitetty kuvassa 1. Käytettävän jännetyypin ominaisuudet, nimellimitat ja -lujuudet on esitetty liitteessä 1.



Kuva 1. Tartunnattoman jännteen periaatepiirros.

2. KÄYTETTÄVÄT JÄNNETERÄKSET

2.1 Jänneteräspunokset

Jänneissä käytössä olevat teräspunokset ovat ominaisuuksiltaan samoja punoksia, joita käytetään päällystämättöminä sekä tehdasvalmisteisissa että paikalla valetuissa jännitetyissä rakenteissa tartuntajänteinä.

Käytettävällä jänneteräksellä tulee olla voimassaoleva ja hyväksytty käyttöseloste.

Punoksen nimellisarvot saattavat poiketa liitteen 1 arvoista valmistajasta ja valmistusstandardista riippuen. Sen vuoksi jänneteräksen toimituksen yhteydessä on teräksen käyttöselosteesta ja aineenkoestustodistuksesta tarkistettava, että käytettävän teräksen nimellisarvot vastaavat suunnitelmassa edellytetyjä arvoja.

2.2 Jänneteräksen suojaus

Jänneteräksen suojauksen muodostavat teräspunoksen päälle valettu muovipäälyste ja punoksen ja päälysteen välitilan täysin täyttävä suojarasva. Jänteen tulee olla koko pituudeltaan suojauksella varustettu.

Jänteiden käsittelyn yhteydessä mahdollisesti syntyvät päälystevauriot korjataan välittömästi poistamalla päälystemuovin vaurioitunut kohta ja täydentämällä rasvaus. Tämän jälkeen vioittuneen kohdan päälle sijoitetaan sopiva halkaistu päälyspotken kappale, joka tiivistetään teippaamalla. Vähäiset vauriot korjataan pelkästään teippaamalla.

Käytettäessä väliankkureita jännittämistyön ajaksi poistettu päälystemuovi asennetaan takaisin paikalleen ja teipataan huolellisesti koko matkaltaan. Myös ankkuripää teipataan.

3. JÄNTEIDEN TUENTA

Jänteet asennetaan muottiin tukien varaan. Jänteiden suurin sallittu tukiväli on 1200mm. Pienin sallittu kaarevuussäde on 2,5 metriä.

Jännitysankkurit kiinnitetään päätymuottiin liitteen 3 mukaisilla asennusosilla. Valun sisään jäävät kiinteät eli passiiviankkurit sidotaan kannatinteräkseseen jänteiden tapaan tai välittömästi ankkureiden ympäristössä olevaan raudoitukseen, tarvittaessa työterästen avulla.

4. ANKKUROIINTI

4.1 Ankkurityypit

Jänteen pysyvään ankkurointiin tarkoitetut, sekä jännitys- eli aktiivi- että kiinteät eli passiiviankkurit ovat perusosiltaan samanlaisia. Ankkuri on esitetty liitteissä 3. Samaa ankkuria voidaan käyttää väliankkurina esim. työsaumoissa liitteen 4 mukaisesti. Väliankkurina voidaan käyttää myös liitteen 5 mukaista holkkiankkuria. Väliankkuri toimii työnaikaisena ankkurina ja jää paikalleen rakenteeseen.

Liitteiden 3 ja 4 pysyvien ankkureiden runko on liitteen 2 mukainen levymäinen valuteräskappale, jonka välityksellä jännevoima siirtyy betonirakenteeseen. Ankkurilevyssä on kartionmuotoinen keskiöreikä jänneteräksen läpivientiä ja lukitusta varten. Jänneteräs lukitaan ankkurilevyyn kartiokiiloilla. Ankkureihin ei liity mitään vakioraudoitetta, kuten kierrehakaa, vaan ankkurialueen rauditus mitoitetaan ankkurin ja ankkuriryhmän aiheuttamalle halkaisuvoimalle tavalliseen tapaan rakennemittojen ja halkaisuvoiman perusteella.

4.2 Ankkureiden sijoittaminen rakenteeseen

Ankkurit sijoitetaan yleensä laattarakenteen reunaan tai työsaumaan yhteen vaakariiviin ja pystysuorassa suunnassa laatan keskikorkeudelle. Ankkurit ovat

vaakarivissä tasavälein tai ryhminä minimivälein. Rinnakkain niputettujen jänneiden ankkurit niputetaan vastaavasti vierekkäin toisiinsa kiinni.

Ankkureiden pienimmät keskiö- ja reunaetäisyydet on esitetty liitteessä 6 betonin lujuuden ollessa K30 tai K40. Ankkurit on esitetty niiden tavallista käyttöä vastaavasti laatan reunaan sijoitettuina. Palo- ja rasitusluokkien vaikutus reunaetäisyyksiin tulee tarkastella erikseen. Mikäli liitteessä esitetty sijoittelu ja siihen liittyvät reuna- ja keskeisetäisyydet eivät ole suoraan sovellettavissa, voidaan ankkureiden sijoittelu tutkia betoninormien mukaisesti. Kaikissa tapauksissa ankkureiden aiheuttamat halkaisuvoimat on laskettava ja raudoitettava yleisten laskentamenetelmien ja betoninormien mukaisesti.

Ankkureiden sijoittamisessa rakenteeseen on otettava huomioon jännitystunkin tilantarve. Tunkin vaatima tilantarve on esitetty liitteessä 7.

4.3 Ankkurin suurin voima

Teräksen suurin sallittu voima saa olla heti jännitystyön päätyttyä enintään

$$P_o = 0,7 f_{puk}$$

Jännitystyön aikana saa teräksen jännitys hetkellisesti nousta arvoon

$$P_o = 0,8 f_{puk}$$

Suurimmat sallitut voimat on esitetty liitteessä 1.

5. JÄNTEIDEN JATKOKSET

Jänneiden jatkosankkuria ei ole käytössä.

6. JÄNNITTÄMINEN

6.1 Laitteisto ja jännittäminen

Jänteen jännittäminen suoritetaan hydraulisella tunkilla. Jännittäminen tehdään joko jänteen toisesta päästä tai molemmista päistä samanaikaisesti tai vuorotellen.

Betonin vähimmäislujuus ennen jännitystöiden aloitusta on K25.

6.2 Voiman ja venymän mittaus

Jännittämisvoima mitataan epäsuorasti nestepumpun manometrillä.

Jännityslaitteiston pitää olla kalibroitu siten, että hydraulipaineen ja tunkin antaman vetovoiman riippuvuus (tunkin sylinterin tehollinen ala) tunnetaan tarkasti. Painemittarin pitää olla tarkastettu.

Venymä määritetään suoraan mittaamalla matka, jonka jänne venyy jännitystyön aikana. Venymä saadaan joko suoraan tunkin sylinterissä olevalta asteikolta,

mittaamalla tunkin liikkuvan osan siirtymä tai mittaamalla jänteen veto-osan pituus ennen ja jälkeen jännittämisen.
Jännityssuunnitelmassa esitetään jännevoiman edellyttämät venymät alkaen jännittämisvoimasta $P_0 = 0$.

6.3 Jännevoimaan vaikuttavat tekijät

Jänteen suunnanmuutosten ja tahattoman mutkaisuuden ns. aaltoisuuden aiheuttama kitkahäviö jännevoimassa lasketaan yleisen kaavan mukaisesti:

$$P_x = P_0 e^{-\mu (\sum \alpha + \beta x)}$$

jossa	P_x	=	Jännevoima tutkittavassa jänteen pisteessä
	P_0	=	Jännitysvoima ankkurin kohdalla
	x	=	Jänteen pituus ankkurista tutkittavaan pisteeseen metreinä
	$\sum \alpha$	=	Jänteen suunnanmuutosten summa ankkurin ja pisteen x välillä abs. kulmayksiköinä
	μ	=	kitkakerroin
	β	=	aaltoisuusluku 1/m

Muovipäällysteellä ja rasvatäytöllä varustetulle punosjäteelle käytetään kitka-arvoja:

Kitkakerroin	$\mu = 0,05$
Aaltoisuusluku	$\beta = 0,02$

Ankkurointiliukuma aiheuttaa vähennyksen jännevoimaan ankkurin läheisyydessä. Lukituskiilojen kiinnittymistä on tarkkailtava jännitystyön aikana ja ankkurointiliukumat on huomioitava laskennallisessa jänteen kokonaisvenymässä.

Ankkurin lukitusliukuman suuruus on 5 mm sekä esipuristamattomassa passiiviankkurissa, että jännitysankkurissa.

7. ANKKUREIDEN SUOJAUS

Kun jännitystyö on valmis ja kun työ on hyväksytty, katkaistaan jänteiden päät. Katkaisu voidaan suorittaa joko polttoleikkaamalla, hydraulisella puristimella, sähkökatkaisupuikolla, katkaisulaikalla tai muulla tarkoitukseen soveltuvalla menetelmällä. Jänteen lukitus suojataan ankkuriin kuuluvalla kierrekannella, jonka avulla samalla täydennetään lukituskohdan rasvasuojaus. Ankkurivaraus täytetään tiiviisti kutistumattomalla, sopivan jäykällä, rakenteen rasitusluokkavaatimukset täyttävällä betonilla tai laastilla

Helsingissä tammikuun 11. päivänä 2012

LEMMINKÄINEN INFRA OY
Jännitysyksikkö



Mikko Toivonen

KÄYTETTÄVÄT JÄNNETERÄKSET
LIITE 1

Jänneteräksenä käytetään seuraavassa taulukossa esitettyjä 0,6" punoksia.

Punos Lujuusluokka		punos 0,6" 1560/1770 (Y1770S7-15,7-R1)	punos 0,6" 1640/1860 (Y1860S7-15,7-R1)
Valmistus Nousu		keskuslanka ja 6 ulkopuolista lankaa 14-18D	keskuslanka ja 6 ulkopuolista lankaa 14-18D
Halkaisija	mm	15,7	15,7
Pinta-ala	mm ²	150	150
Pituusmassa ilman suojakuorta	kg/m	1,18	1,18
Murtokuorma F_u	kN	265,5	279
Hetkellinen jännevoima:	kN	212,5	223
Jännevoima jännittämisen jälkeen:	kN	186	195,5
Relaksaatio 1000 h 20 C, kuormalla 70% F_u	%	2,5	2,5
Kimmomoduuli E	N/mm ²	195 000	195 000

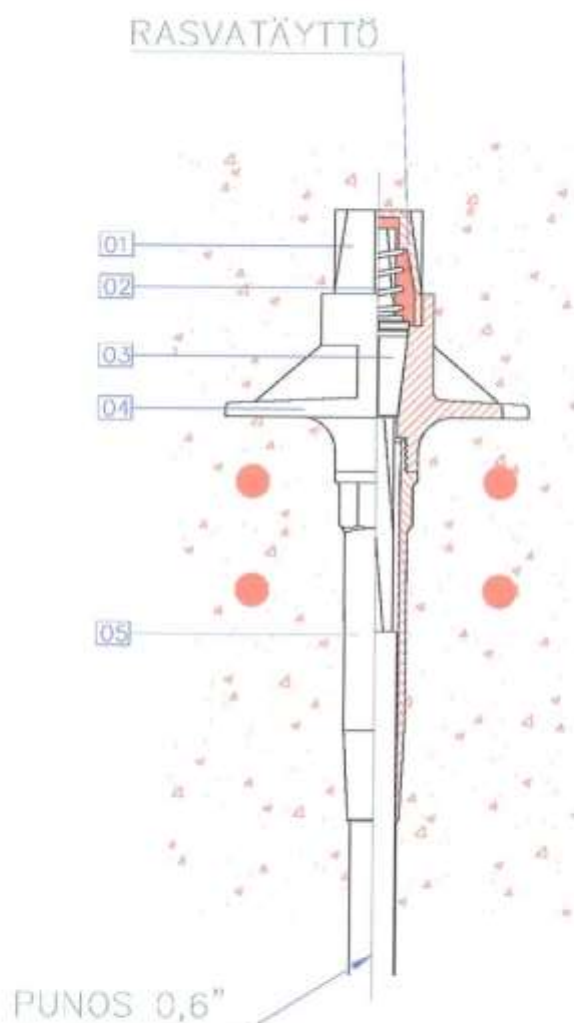
Pääsääntöisesti käytettävä jänneteräksen lujuusluokka on 1640/1860.

MK TARTUNNATTOMAT JÄNTEET – PASSIIVI- JA AKTIIVIANKKURI

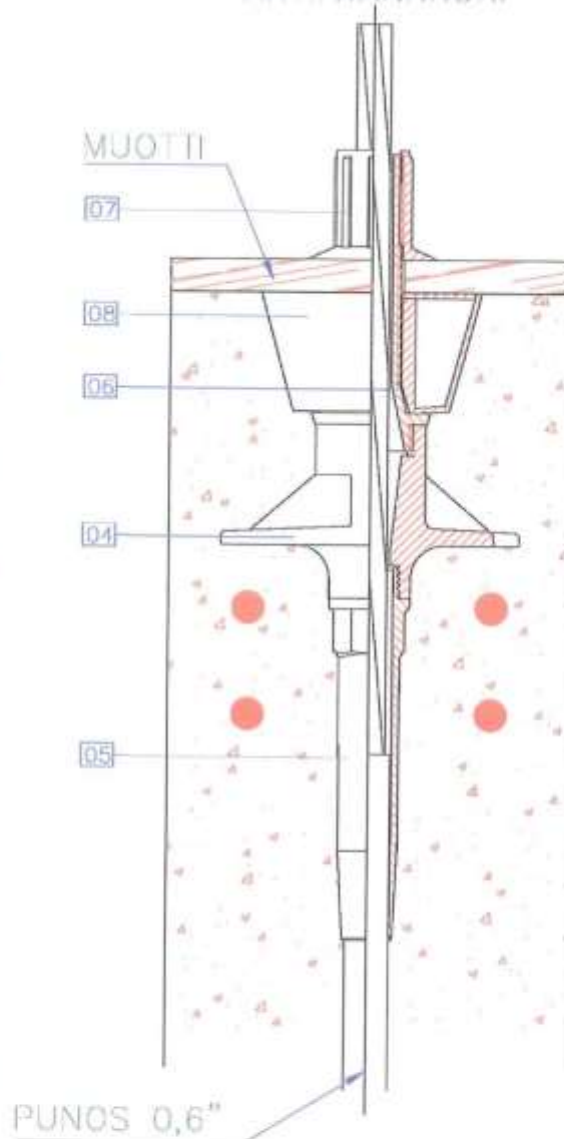
LIITE 3

ANKKURIKAPPALEEN OSAT	
01	KIERREKANSI
02	LUKITUSJOUSI
03	LUKITUSKIILA
04	ANKKURIRUNKO
05	LIITOSPUTKI
06	ASENNUSKARA
07	ASENNUSMUTTERI
08	ANKKURIVARAUSMUOTTI

PASSIIVIANKKURI

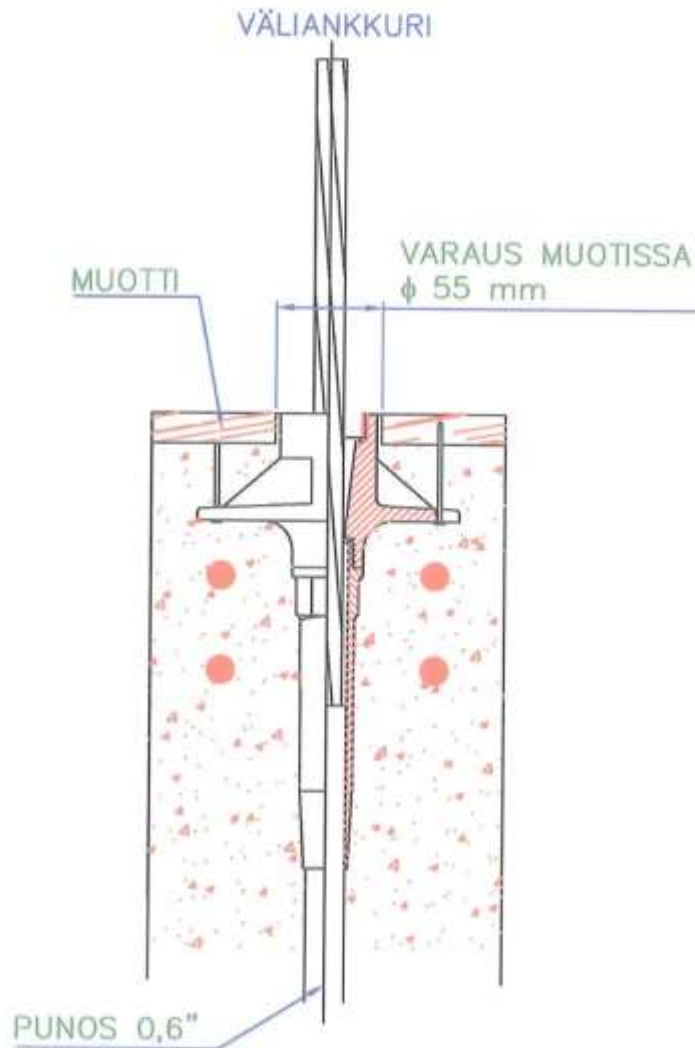


AKTIIVIANKKURI



VÄLIANKKURI

LIITE 4



Väliankkuria jännitettäessä punoksen betonoimattomalta puolelta irrotetaan muovipäällyste vähintään 500mm matkalta jännitystunkin toimintatarpeesta johtuen. Väliankkureiden jännityksen jälkeen muovipäällyste teipataan takaisin paikoilleen ennen betonivalua.

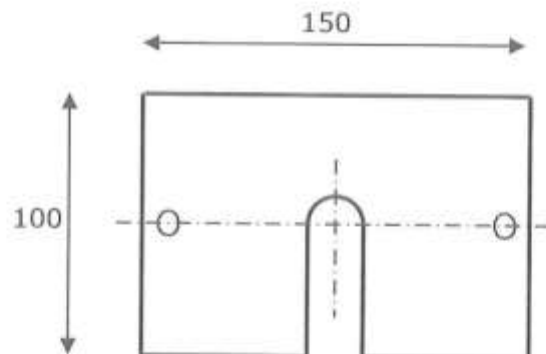
HOLKKIANKKURI

LIITE 5

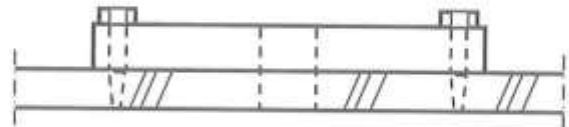


Aluslevy:
Lujuus S235JRG2
Dimensiot 150mm x 100mm x 16mm

Holkkiankkuri ja kiilat:
Käyttökuorma 220kN
Esimerkiksi
PAUL A45-34



Asennus työsauman muottiin



Työsauman 1. valuosa betonoitu



Holkkiankkuri
Kartiokiilat

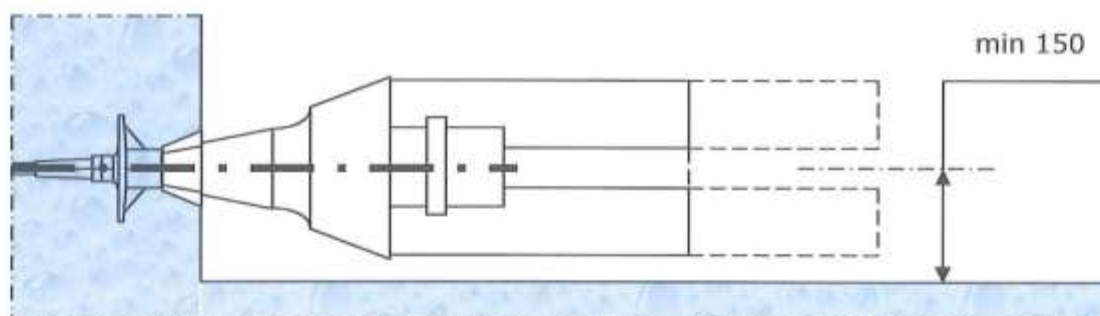


Välialankkuriä jännitettäessä punoksen betonoimattomalta puolelta irrotetaan muovipäällyste vähintään 500mm matkalta jännitystunkin toimintatarpeesta johtuen. Välialankkureiden jännityksen jälkeen muovipäällyste teipataan takaisin paikoilleen ennen betonivalua.

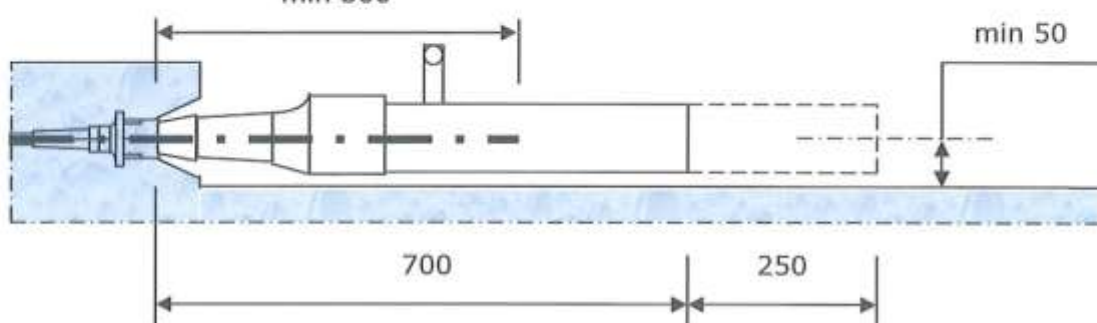
TUNKIN VAATIMA TILANTARVE LIITE 7

Piirroksissa on esitetty yleisimmin käytettyjen tunkkien tilantarve. Tunkin vaatima tilantarve saattaa poiketa esitetyistä arvoista valmistajasta ja merkistä riippuen.

KAKSOISSYLINTERITUNKKI



Tunkin kiinnityspituus vähintään
min 500



PUTKITUNKKI

Tunkin kiinnityspituus vähintään
min 300

